

第 23 回 人間-生活環境系シンポジウム (札幌 平成 11 年 12 月)
THE 23rd SIMPOSIUM ON HUMAN-ENVIRONMENT SYSTEM (SAPPORO 1999)

衣服圧の自律・中枢神経系に及ぼす影響

田村 照子 ○小柴 朋子 鄭 明姫

文化女子大学

Effect of clothing pressure on the autonomic and the central nervous system

Teruko TAMURA, Tomoko KOSHIBA, and Myung-hee CHUNG
Faculty of Home Economics, Bunka Women's University

To clarify the effect of clothing pressure on the autonomic and the central nervous system, two kinds of measurements were performed. Experiment 1 is the measurement of electrocardiograph. A power spectral analysis of heart rate fluctuations (R-R interval variation) by fast Fourier transformation was done. Experiment 2 is the measurement of electroencephalograph (EEG). From measurements of EEG characteristics of power spectral densities in the range of alpha waves, the central nervous system activity was evaluated. Subjects were six healthy young female. Two kinds of sport wear -non pressure suits and pressure suits- were used for both experiments.

The rate of low frequency component (LF) to the high frequency component (HF) was used as an index to assess sympathetic activity and $HF/(HF+LF)$ was used as an index for parasympathetic activity. In the results, LF/HF increased with clothing pressure, while $HF/(HF+LF)$ decreased. From measurements of EEG, alpha wave frequency percentages that indicated the relax condition were decreased when the pressure suits were worn. It showed that the autonomic and the central nervous system activity were affected by clothing pressure.

1. 緒言

近年、新素材の開発により、各種ファンデーション、ストッキング、スポーツウェアなど、伸縮性素材を多用した衣服が市場に大量に出回り、衣服圧の生体に及ぼす影響に対する関心が高まっている。特に女性が日常的に着用している伸縮性衣服の場合、その衣服圧が不快感を感じるほどでなく、また衣服圧を自覚しないような弱い圧であったとしても、長時間の着用が人体に何らかの影響を及ぼすことは、衣服を脱衣したときの解放感からも推測される。

従来、衣服圧の人体影響は、生理的・心理的に評価されてきたが、衣服圧を自覚しないような着衣状態の場合には、その影響に対する心理的な評価はできない。一方、近年、刺激に対する人体反応の生理的な評価法として、自律神経活動や中枢神経活動の測定が用いられるようになってきた。そのうち、自律神経の賦活程度を評価する、侵襲の少ない定量的検査方法としては、心拍変動が測定されることが多い。心拍数は交感神経の活動によって亢進し、副交感神経の活動によって抑制されるので、心拍変動を測定することによって人体の無意識下の自律神経活動レベルを推測することができる。一方、中枢神経活動の測定としては広範に脳波

測定が用いられ、覚醒水準の推定や認知・感情変化の表象として分析、解釈されるようになってきた。

本実験では、自律・中枢神経活動を評価するために最近開発されつつある2つの測定法を用いて、人体に快適と感じる程度の小さい衣服圧が負荷された時の人体生理影響を評価しようと試みたものである。

2. 実験方法

実験は、心拍変動による衣服圧の自律神経影響、及び脳波による中枢神経系影響の2つに分けて実施された。

被検衣服は実験1・2とも共通で、同一形状(半袖丸首の上衣、大腿中位丈のスパッツ)、同一素材(ナイロン90%/ポリウレタン10%)の加圧衣と無圧衣の2種である。加圧衣は、胸囲68cm、臀囲75cmの市販のW社製女性用Mサイズエアロビクススーツ、無圧衣は同一市販品の身頃脇と袖下、ズボン脇にゆるみを加え胸囲100cm、臀囲110cmとした衣服である。下着には、被験者が日常的に用いている圧の少ないブラジャーとショーツを着用した。

実験に先立ち、衣服圧の測定を行った。被験者はTable 1に示す成人女子6名である。実験服を着用後、

仰臥位と椅座位と立位の3種の姿勢で測定を行った。衣服圧はAMI社製エアパック式衣服圧測定器を用いて、人体前面5部位(上腕前面・胸部・大腿前面・ウエスト部・腹部)と後面5部位(上腕後面・肩甲骨下角・大腿後面・腰部・臀部)にセンサーを貼付し、1部位について1秒毎に30秒間測定し、データコレクタに集録した。

実験1：心拍変動の測定

実験1は1997年12月～1998年3月、文化女子大学人工気候室内にて実施、環境条件は、予備室を26±1℃、相対湿度60±10%、実験室を温度30±1℃、相対湿度50±10%、気流0.2m/sec以下に制御した。

被験者は、年齢、身長、体重及び体表面積の平均が26才、1.60m、53.08kg、1.55m²、BMI (Body Mass Index) が20.64の普通体型の健康な成人女子3名である。

心電図の測定には、脳波計((株)NEC三栄製、Photo4-3)を用いた。脳波計は時定数1.5、フィルタ60Hzとし、電極の装着は筋電活動の影響を受けにくいNASA誘導法に従った。心電図データはデータレコーダ(SONY製、PC208A)を用いてDATテープに入力し、周波数解析分析器((株)NEC三栄製、シグナルプロセッサ7T18、Photo5-3)を用いて、高速フーリエ変換を行い、心電図のR波のピークよりR-R間隔の周波数解析を行った。データポイント数は256、低周波領域(LF)を0.04～0.15Hz、高周波領域(HF)を0.15～0.46Hzとして解析した。

被験者は仰臥位と椅座位の2種の姿勢で測定を行った。被験者は予備室に入室後脱衣、実験服に着替えて、椅座位で10分間の安静を保った後、人工気候室

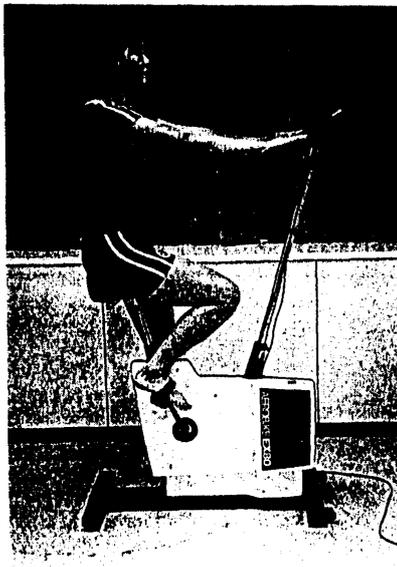


Fig.1 Exercise scene

に入室し、実験姿勢(仰臥位と椅座位)で50分間安静を保持した。続けて各被験者の最大酸素消費量の50%に当たる運動強度の自転車エルゴメータ運動を15分間行った。運動は仰臥位の場合は自転車エルゴメータを被験者の足元に置き、ペダルが被験者の足と水平になるようにして足漕

Table-1 Physical characteristics of subjects

Subject	Age (yr)	Height (m)	Weight (m ²)	B.S.A. (kg/m ²)	B.M.I.
A	26	1.61	55.05	1.58	21.24
B	26	1.62	54.11	1.58	20.62
C	27	1.61	52.50	1.55	20.38
D	26	1.58	50.08	1.50	20.06
E	23	1.59	52.20	1.53	20.78
F	29	1.51	45.05	1.39	19.76
Mean	26	1.565	51.498	1.522	20.473
S.D.	1.94	0.04	3.592	0.071	0.528

ぎ運動を行った。椅座位は自転車漕ぎの要領で足漕ぎ運動とした(Fig. 1)。運動終了後15分間回復期として安静を保った。被験者1人につき、仰臥位と椅座位の両方で、ヌード(ブラジャーとショーツのみ)と無圧衣着用時、加圧衣着用時の6条件を繰り返して2回実施した。

実験2：脳波の測定

実験2は1999年8月～9月に文化女子大学人工気候室内にて実施した。環境条件は、前室は温度約25±2℃、湿度は室内空調のなりゆき、人工気候室内は発汗温度域以下として温度28±1℃、相対湿度50±10%、気流0.3m/secに制御した。

被験者は年齢、身長、体重及び体表面積の平均が22才、1.60m、51.7kg、1.54m²、BMIが20.27の普通体型の健康な成人女子3名である。

脳波の測定にはデジタル多用途脳波計((株)NECメディカルシステムズ製、SYNAFIT EE5500Aシリーズ)を用いた。脳波はAg/AgCl電極を国際10/20法に従い、Fp1、Fp2、F7、F8、C3、C4、T5、T6、O1、O2、Fz、Pz、Czの13部位(Fig.2)に装着し、両耳朶を基準電極としてハイカット30Hzで導出した。

被験者は人工気候室入室後実験衣服を着用して椅座位安静を保ち、その間に電極を装着し、約1時間経過した時点での脳波測定を行った。測定時間中を通じて脳波測定用安楽椅子を用い、椅座位で測定した。最初の1分間で安静閉眼、続く1分間で安静開眼、続いて発光周波数を3Hz～30Hzまで3Hzずつ増加させて10ステップ光刺激を繰り返した。、1ステップ毎に刺激時間10秒、間の休止時間を10秒とした。脳波分析には脳波マッピング研究用プログラムATALAS((株)キッセイコムテック製)を用いて、各セッション3～5回の各1.28秒間のデータを用いて、各眼球運動によるアーチファクトを含まない脳波に対してFFTによる周波数分析を施し、δ波(1-4Hz)、θ波(4-8Hz)、α波(8-13Hz)、β波

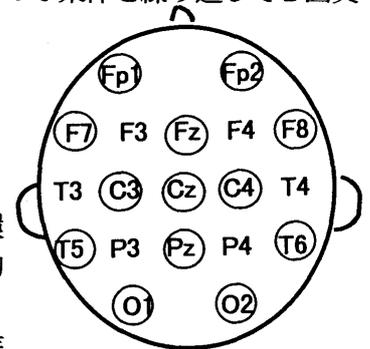


Fig.2 Measurement sites

(13-25Hz)の各パワー値を求め、各帯域、各セッション毎の平均値を求めた。

3. 結果

(1) 衣服圧

加圧着用時の人体前面及び後面各5部位における被験者6名各々の衣服圧の測定結果をみると、前面では椅座位でいずれの部位においても他の姿勢より大なる傾向が見られたが、後面では仰臥位時にベッドに接するため圧は約10~60gf/cm²と大きな幅で観察された。比較的大きな圧の観察された部位(椅座位のウエスト部と仰臥位時の後面各部)では個人差は大きかったが、その他の部位では被験者6名とも類似の値を示した。ベッドや椅子に接触している臀部や仰臥時の背面部位以外で、衣服圧の大きかった部位は椅座位のウエスト部(15~35 gf/cm²)で、その他の部位では、胸部約3~8 gf/cm²、腹部約4~12gf/cm²、椅座位背中約8~15 gf/cm²であり、上腕や大腿でも大きな圧は観察されなかった。

(2) 心拍変動

心拍変動の周波数解析を行った結果得られる低周波領域のパワー値(L)と高周波領域のパワー値(H)については、Hには副交感神経が寄与し、Lには交感神経と副交感神経の両方が寄与するとされている¹⁾。LFは交感神経活動の指標として、H/(L+H)は副交感神経活動の指標として用いられることが多く、本研究でもこの指標を用いて検討した。分析結果を、被験者3名の平均値と標準偏差(Fig.3)で示す。

個人差はあるが、仰臥位では3名ともL/Hは加圧着用時>無圧着用時>ヌードの順であり、H/

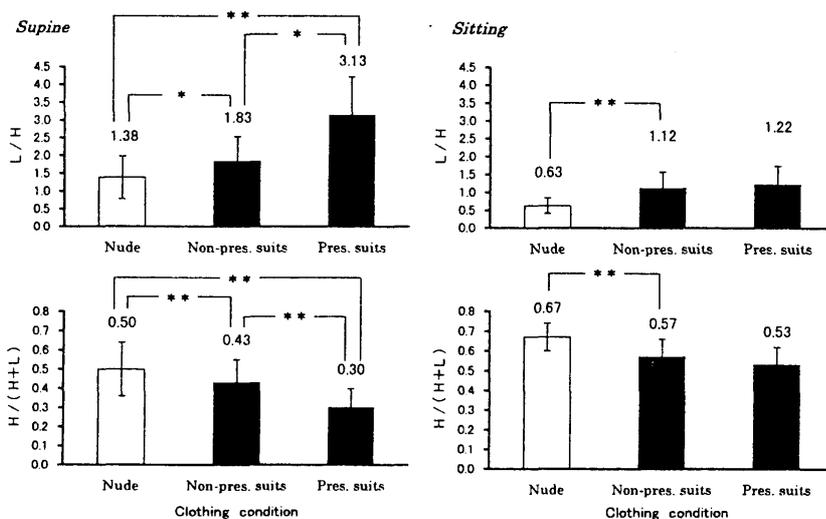


Fig.3 R-R interval variation(Mean ± S.E.,n=6)

(H+L)は、反対に加圧着用時<無圧着用時<ヌードの傾向を示した。椅座位では被験者AとCは仰臥位と同様の結果を示したが、被験者Bは、L/Hでは無圧着用時より加圧着用時の方が大であり、H/(H+L)では無圧着用時の方が大であった。3名の平均値では、仰臥位、椅座位ともL/Hは、加圧着用時>無圧着用時>ヌードの順であり、H/(H+L)は、加圧着用時<無圧着用時<ヌードであった。仰臥位ではヌード、無圧衣、加圧衣間のすべてにおいて有意差を示したが、椅座位ではヌードと無圧着用時との間でのみ有意な差(p<0.01)を示した。

以上の結果から、加圧着用により交感神経活動レベルは向上し、副交感神経活動は低下する傾向が示された。

(3) 脳波

脳波の各帯域のうち、α波はリラックス時特に後頭部において出現率が増加し、β波は緊張状態時に増加するといわれる。本実験ではα波を指標として分析に用いた。加圧衣・無圧着用時の閉眼時の各々1.28秒間のα波帯域の出現率(%)をマッピングした結果をFig.4に示す。

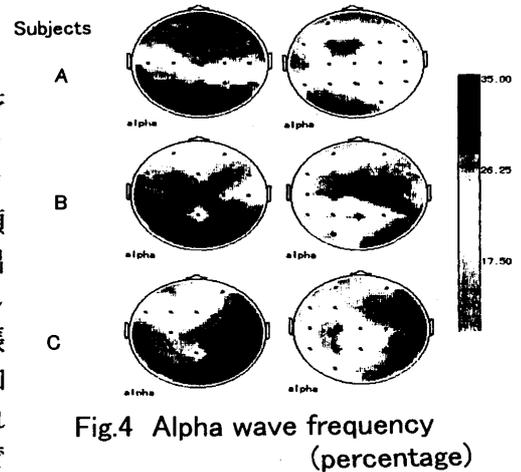


Fig.4 Alpha wave frequency (percentage)

いずれの被験者とも脳の後頭部でα波が多く出現した。各被験者の加圧着用時の、閉眼時・開眼時のα帯域の出現率(%)を6秒間隔で、マッピングした結果を示す(Fig.5)。閉眼から開眼に移行するとα波は減少するとされるが、被験者Cにおいては開眼の影響は明瞭ではないものの、被験者A,Bでは開眼によりα波の出現が明らかに抑制されている。この結果は従来の結果とほぼ同様であった。

加圧の影響をみるために、閉眼時と30Hz光刺激時の各被験者の後頭部(T5,T6,O1,O2,Pz)のα波の平均出現率を比較した(Fig.6)。閉眼時・光刺激時とも被験者A、Bは加圧着用によりα波が抑制され、加圧の影響が明瞭に示さ

れた。ただし、開眼、閉眼の差の見られなかった被験者 C では無圧衣着用時に α 波が減少するという反対の結果となった。

4. 考察

衣服圧については、従来から許容限界や圧感覚との対応に関して研究されてきた。渡辺ら²⁾は上肢における許容限界を 27~41 gf/cm²、間壁ら³⁾はウエスト部位ではやや圧迫を感じるのは 15~25 gf/cm²、25 gf/cm²以上で非常に不快とした。伊藤ら⁴⁾は衣服圧の快適値は腹部と臀部で 5~10 gf/cm²、肩部や胸部では 20 gf/cm²以上の高い衣服圧でも着心地が低下しないと報告した。今回、加圧衣として用いた市販のエアロビ用スーツは、上記報告と比較してもきついと感ずる範囲ではなく、全被験者の着用感は「気持ち良い」だった。今回使用したエアロビ用スーツ着用は快適な衣服圧負荷と言える。

心拍変動の実験結果から、加圧服は交感神経活動レベルの向上、副交感神経活動の低下をもたらす傾向が見られた。本実験と同一の衣服を着用して指先皮膚血流量と皮膚温、代謝量を測定した実験結果⁵⁾からも、末梢部血流量の抑制、指先皮膚温の低下、代謝量の増大などの結果が得られている。これらの結果は、心拍変動と同様に交感神経活動レベルの向上、副交感神経活動の低下を示すものであり、衣服圧による精神的な緊張の負荷、自律神経活動への影響が、上記生理指標と同様に心拍変動の測定からも推察されることが明らかとなった。

一方、脳波測定の実験結果からは、加圧衣着用時に α 波が減少する傾向が見られ、衣服圧によって脳が覚醒水準の高い状態に維持されることがうかがわれた。

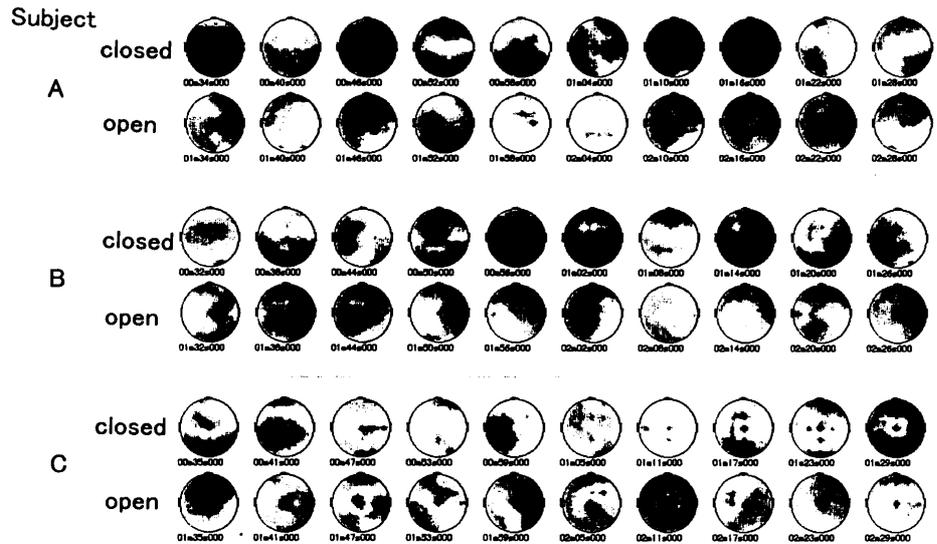


Fig.5 Alpha wave frequency(Closed eye and open eye)

しかし、例数が少なく、結果の一部が被験者によって異なった。脳波は環境や精神状態の影響を受けやすく、今後は実験回数を増やし精度を高める工夫が必要であり、さらに分析方法の検討も必要と思われる。

本実験の加圧衣は快適と感受される程度の衣服圧であったが、自律神経系・中枢神経系活動に影響を及ぼし、人体を活性度の高い状態に移行させる傾向が伺われた。

文献

- 1)日本生理人類学会計測研究部会編：人間科学計測ハンドブック、技報堂出版、P387-421、1996
- 2)渡辺ミチ、田村照子、岩崎房子：衣服圧の身体に及ぼす影響（第2報）、家政誌、24(5)、44-50、1973
- 3)間壁治子、百田裕子、三野たまき、上田一夫：衣服圧に及ぼすウエスト部被覆の影響、繊維誌、49(10)、513-521、1993
- 4)伊藤紀子、山田智子：拘束衣服着用時の被服圧と着衣効果、衣服誌、36(2)、21-29、1995

5)鄭明姫、田村照子：The relationship between clothing pressure and thermal physiological responses during various kinds of exercise, 韓国服飾文化学会第1回国際學術発表会口頭発表、1998

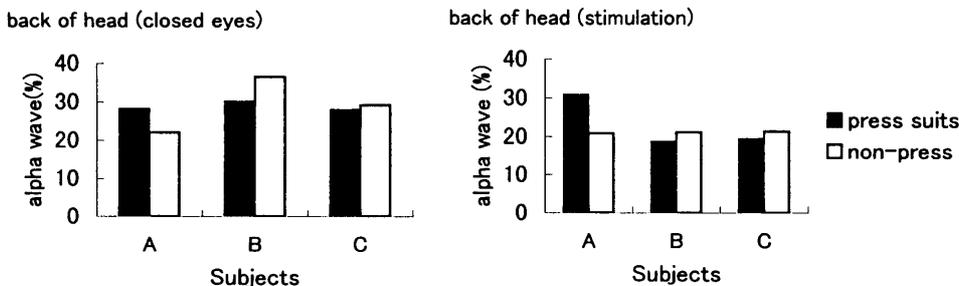


Fig.6 Comparison of alpha wave frequency percentage between wearing pressure suits and non-pressure suits(Average of occipital)